

マイクロ波 CT における光線近似を用いた逆投影法の考案

Idea of Back Projection Method by Ray Approximation

in Microwave Computer Tomography

関西大学 ○(B)田畑 寛, (B)安野 夢叶, 浅川 誠, 山口 聡一郎

Kansai Univ., ○(B)Hiroshi Tabata, (B)Yuto Yasuno, Makoto Asakawa, Soichiro Yamaguchi

E-mail: k064334@kansai-u.ac.jp

医用画像診断や電波天文学, 工業製品の非破壊検査や地中探査, 空港セキュリティーや食品検査など様々な分野においてマイクロ波・ミリ波による撮像技術が研究開発されているが, 測定対象物の内部における誘電率分布や導電率分布を再構成する計算機トモグラフィ(CT)法は, 高性能ワークステーションを用いても実用時間内で再構成することが難しい。本研究では, X 線 CT 法に広く用いられている逆投影法をマイクロ波 CT の再構成に組み込み, 物体外形等の先見情報を与えて計算量を削減することでノート PC でもマイクロ波 CT 画像を高速に再構成する方法を考案した。測定対象物に向けてマイクロ波を照射すると, 物体内部の誘電率分布に応じて反射や散乱が生じるので, 受信電場の振幅・位相データに基づいて逆投影(時間反転による逆伝播)を計算することで誘電率分布を推定する。その際に物体内部における波長短縮や伝播減衰の効果を考慮して逆投影しないと正しい CT 画像が得られないので, 照射波が X 線 CT のように物体内部を直線的に透過する伝播経路について, 受信電場の位相変化からは誘電率 ε の平均値を測定し, X 線 CT と同様に透過減衰率からは線吸収係数を測定する。また, 誘電率と線吸収係数の両データから物体内部の導電率分布を計算する。誘電率 ε , 透磁率 μ , 導電率 σ をもつ一様な物質中を伝播する角周波数 ω のマイクロ波の複素伝搬定数 k は, 以下のように与えられる。

$$k = k_r + ik_i, \quad \begin{Bmatrix} k_r \\ k_i \end{Bmatrix} = \omega \sqrt{\varepsilon \mu} \sqrt{\frac{\sqrt{1 + (\sigma / \varepsilon \omega)^2} \pm 1}{2}}$$

非磁性で低導電性の測定対象物に対してマイクロ波を照射して条件式 $\sigma / \varepsilon \omega \ll 1$ が満たされる場合,

物体中の比誘電率 ε_r , 真空中の誘電率 ε_0 と光速 c を用いて $k_r \simeq \sqrt{\varepsilon_r} \frac{\omega}{c}$, $k_i \simeq \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_r}} \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 c}$ と近似できる。

実部 k_r については散乱電場の位相測定から物体内部の比誘電率 ε_r の平均値を実験的に求めておき, 物体内部での波長短縮を考慮して逆伝播による逆投影法で物体内部の誘電率分布 ε を再構成する。

虚部 k_i については $2k_i$ が X 線 CT 法における線吸収係数に相当するので, 光線近似による逆投影法

を用いて線吸収係数分布を再構成し, 関係式 $\sigma \simeq 2\sqrt{\varepsilon_r} \varepsilon_0 c k_i$ に代入して導電率分布 σ も同時に求め

る。詳細についてはポスター発表にて報告する。